

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)



① Anmelder:
Nagel Maschinen- und Werkzeugfabrik GmbH, 7440
Nürtingen, DE

② Vertreter:
Ruff, M., Dipl.-Chem. Dr. rer. nat.; Beier, J., Dipl.-Ing.;
Schöndorf, J., Dipl.-Phys., Pat.-Anwälte, 7000
Stuttgart

③ Erfinder:
Koch, Willi, Dipl.-Ing. (FH), 7440 Nürtingen, DE

⑤ Vorrichtung und Verfahren zur Honbearbeitung von Werkstücken

Das Honnwerkzeug (15) hat sowohl Honbeläge (40), die auf aufweisbaren Segmenten (41) befestigt sind, als auch Segmente (40), auf denen Bürsten (45) angeordnet sind. Diese sind wechselseitig einstell- bzw. ausfahrbar, so daß die Bohrung in einem Arbeitsgang und in einer Aufspannung nacheinander oder abwechselnd gehont bzw. mit Bürsten bearbeitet werden kann.
Bei einer Alternativ-Ausführung kann der Bürstenbesatz auch in Längsrichtung hinter den schließenden Honbelägen angeordnet sein.

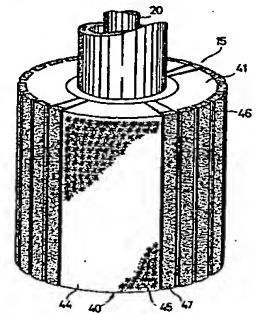


FIG. 2

DE 3735266 A1

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Honbearbeitung von Werkstücken.

Es ist bekannt, gehobte Werkstücke durch rotierende Bürsten nachzubearbeiten, um Kanten zu entgraten. Dies erfolgt in einem nachgeschalteten Arbeitsgang auf einer gesonderten Maschine.

Es ist auch bereits versucht worden, spezielle Bürsten-Werkzeuge mit anstellbaren Bürsten zu versehen, bei denen viele anstellbare Leisten mit einem Bürstenbelag an einem rotierenden Werkzeug vorgesehen waren.

Dieses Verfahren wurde angewendet, wenn wegen auftretender Werkzeugkanten eine Entgratung notwendig erschien.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Honbearbeitung zu schaffen, bei dem die Bearbeitung durch Bürsten in das Honen integriert ist. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß ein Werkzeug vorgesehen ist, das außer anstellbaren Honbelägen auf das Werkstück einwirkende Bürsten aufweist.

Diese vorzugsweise gegen das Werkstück anstellbaren Bürsten können also unmittelbar anschließend und besonders bevorzugt zwischen einzelnen Honvorgängen eingesetzt werden. Sie tragen dabei nicht nur gerade an Kanten, d.h. an den äußeren Grenzen von gehobten Flächen, ab, sondern dienen auch zur Abrundung von Mikrograten auf der gehobten Fläche selbst. Obwohl die Honbearbeitung eine Feinschleifbearbeitung ist, die eine hervorragende Oberflächenbeschaffenheit hinterläßt, ist sie doch eine Schleifbearbeitung, die mit einem Schleifkorn arbeitet, das allerfeinste Furchen und dementsprechend auch Grate oder Kämme hinterläßt. Diese können abgerundet werden. Dadurch wird eine Fläche geschaffen, die mit einem anderen darauf laufenden Maschinenteil in idealer Weise zusammenarbeitet. Sie ist insbesondere schon am Beginn der Benutzung in einem Zustand, wie er oft erst durch ein Einlaufen der Maschinenteile aufeinander herstellbar ist. Die Wirkung der Mikrograten nach einem Honvorgang, die zur Ölhaltung besonders erwünscht sind, wird dadurch in idealer Weise unterstützt. Zusätzlich werden alle Kanten entgratet bzw. bei einem Einsatz zwischen zwei aufeinander folgenden Honvorgängen wird ein Entstehen größerer Grate schon während des Honens verhindert. Ein besonderer Vorteil ist, daß dies alles in einer Werkzeugaufspannung erfolgen kann, weil dadurch für das Bürsten die gleichen Verhältnisse vorliegen wie beim Honen. Zusätzlich wird ein neuer Aufspannvorgang und die Notwendigkeit einer zusätzlichen Maschine vermieden. Auch das Vorhandensein im übrigen identischer Bedingungen wie beim Honen, insbesondere bei der Bearbeitung vorgespannter Werkstücke, sorgt für beste Ergebnisse. Außerdem sorgen die Bürsten dafür, daß die gehobten Werkstücke auch von geringsten Schleifmittelablagerungen auf den Flächen und an den Kanten befreit werden. Dies ist auch wichtig zwischen aufeinander folgenden Honvorgängen, insbesondere, wenn zusätzlich zu den Bürsten noch Honbeläge mit unterschiedlicher Körnung aufeinander folgend eingesetzt werden, wie es beispielsweise für das Plateau-Honen vorgesehen ist.

Die Bürsten können vorzugsweise auf anstellbaren größerflächigen Segmenten angeordnet sein, wobei eine bessere Eigenführung der Bürsten im Werkstück gegeben ist. Dies ist vor allem deswegen wichtig, weil die

Umfangsgeschwindigkeit beim Bürsten vorzugsweise auf höhere Werte bei gegenüber dem Honen unveränderter Axialhubgeschwindigkeit gesteigert wird. In jedem Falle sollte das Verhältnis von Umfangs- zu Axialhubgeschwindigkeit größer sein als beim Honen. Dadurch laufen die Bürsten unter einem anderen Winkel zur Werkzeugachse als die Bearbeitungsspuren der Honbearbeitung. Die Bürsten treffen also die Grate der Honbearbeitung nicht in Längsrichtung, sondern unter einem gewissen Kreuzungswinkel und können somit diese Grate gut abrunden.

Infolge der höheren Umfangsgeschwindigkeit und der geringeren Eigenführungseigenschaften der Bürsten ist es vorteilhaft, Maßnahmen zur Führung des Werkzeuges während der Bürstenbearbeitung vorzunehmen. Dies kann nach einem Merkmal der Erfindung durch Führungsleisten geschehen, die, beispielsweise in Umfangsrichtung gesehen, zwischen den Bürsten und den Honbelägen vorgesehen sind. Bei einer gelenkigen Anordnung des Werkzeuges am Antrieb könnte ein Zusatzführungsmitglied beim Bürsten zugeschaltet werden, so daß die für das Honen u.U. vorteilhafte Gelenkigkeit zwischen Spindel und Werkzeug blockiert wird. Eine Lösung, die sowohl eine gewisse Gelenkigkeit schafft als auch für die nötige Eigenführung des Honwerkzeuges während der Bürstenbearbeitung sorgt, ist durch ein in seitliche Richtungen federnd nachgiebiges, jedoch torsionssteifes Zwischenglied gegeben. Dieses kann beispielsweise durch ein rolfförmiges Spindel-Zwischenglied realisiert sein, das Durchbrechungen aufweist. Ein solches Zwischenglied ist in der DE-PS 32 19 629 eingehend beschrieben, auf die wegen näherer Einzelheiten Bezug genommen wird.

In Weiterbildung kann zur Verbesserung des Bürstvorganges vorgesehen sein, die Bürste mit ihren Borsten vollständig oder im wesentlichen vollständig mit einem Stützmaterial zu umgeben. Hierbei handelt es sich beispielsweise um ein Material, das sich einfach auftragen läßt und nach einer gewissen Zeit fest wird, so daß es die Borsten stützt. Das Material kann aufgespritzt oder aufgesprüht oder in sonstiger Weise aufgetragen werden. Insbesondere ist es möglich, die Bürste mit ihren Borsten in ein flüssiges Kunstharz oder eine sonstige flüssige, später aushärtende Masse einzutauchen.

Durch die Anbringung des Stützmaterials entsteht ein fester Bürstenblock, der sich beim eigentlichen Bürstvorgang im Bereich der Borstenenden abnutzt. Die Borsten stehen also nur in ihrem vorderen Berührungsbereich aus dem Stützmaterial hervor, während sie in ihrem übrigen Bereich seitlich durch das Material festgehalten werden. Dies führt dazu, daß das Umlegen der Borsten und die dadurch hervorgerufene Peitschenwirkung vermieden werden. Insgesamt führt diese Art der Borstenbehandlung zu einem verbesserten Bürstergebnis.

Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen und der Beschreibung im Zusammenhang mit den Zeichnungen hervor, wobei die beschriebenen Erfindungsmerkmale jeweils für sich allein oder in Kombination miteinander, ggf. auch auf anderen Anwendungsgebieten, neuartige Vorschläge ergeben.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden im folgenden näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Honvorrichtung bei der Bearbeitung eines Werkstücks, Fig. 2 eine perspektivische Darstellung eines Hon-

werkzeug.

Fig. 3 einen schematischen Schnitt durch ein Honwerkzeug und

Fig. 4 eine schematische Darstellung der Bearbeitungspuren bzw. -Laufrichtungen auf einer gebogenen Werkstückfläche.

In Fig. 1 ist eine Vorrichtung 11 dargestellt, die aus einer Honmaschine 12 mit einer Spanneinrichtung 13 und einem an einer Honspindel 14 angebrachten Honwerkzeug 15 besteht.

Die Honmaschine 12 hat ein Maschinengestell 16 üblicher Art, in dessen oberem Teil die vertikale Honspindel 14 drehbar und axial verschiebbar gelagert ist. Sie wird von einem elektrischen Antriebmotor 17 drehend angetrieben, während eine Hubeinrichtung 18, die als hydraulischer oder pneumatischer Hubzylinder angeordnet ist, eine in Geschwindigkeit und Hublänge sowie Hublage einstellbare axiale Hubbewegung veranlaßt. Es ist ferner eine Anstellvorrichtung 19 gezeigt, durch die eine in der Honspindel 14 geführte, zum Honwerkzeug 20 reichende Anstellstange 20 relativ zur Honspindel in axialer oder Drehrichtung verstellbar ist. Die Bewegungseinrichtungen 17, 18, 19 können auf beliebige Weise ausgebildet sein, beispielsweise als Elektro-, hydraulische oder pneumatische Antriebe, wobei insbesondere bei der Anstellvorrichtung sich Schrittmotoren oder Linearverstärker besonders eignen.

Die Antriebe 17, 18, 19 werden durch eine Steuereinrichtung 21 in Abhängigkeit von Meßeinrichtungen, Programmen und/oder Eingaben über ein Bedienungsfeld 22 gesteuert bzw. geregelt.

Im unteren Teil des Maschinengestells 16 ist die Aufspanneinrichtung 23 angeordnet, die mit einer Transfer- einrichtung 24 zusammenarbeiten kann, auf der die Werkstücke 24 durch mehrere aufeinanderfolgende Bearbeitungsmaschinen für das Werkstück transportiert werden. Das Werkstück wird beim Ausführungsbeispiel durch Spannbacken 25 gehalten. Abhängig von der Art der Werkstücke sind verschiedene Aufspannungsarten und Einrichtungen verwendbar, von einer schwimmenden Werkstückhalterung bis zu einer Spannvorrichtung, die im Werkstück eine Betriebsvorspannung stimuliert. Auch eine Einspannung mehrerer Werkstücke zur gleichzeitigen Bearbeitung der dann miteinander fluchtenden Bohrungen in diesen Werkstücken ist vorteilhaft einsetzbar. In die Honspindel 14 ist ein federndes, torsionsfreies Zwischenstück 29 eingeschaltet.

Das dargestellte Werkstück 24 hat eine zu bearbeitende Werkstückbohrung 26, in deren Bereich eine Ausnehmung 27 vorgesehen ist.

Das Honwerkzeug 15 (s. auch Fig. 3 und 4) hat einen Werkzeugkörper 30, in dessen Innerem ein Anstellkörper 31 gegenüber dem Werkzeugkörper 30 axial verschiebbar gelagert ist, und zwar unter Einwirkung der Anstellstange 20. Bei einer drehbaren Anstellstange 20 kann das Werkzeug im Bereich seines Spindelanschlusses 32 eine entsprechende Rotations/Linear-Umsetzungseinrichtung, beispielsweise eine Bewegungsschraube, aufweisen, die die Drehbewegung der Anstellstange 20 in eine Linearbewegung des Anstellkörpers 31 bzw. seines Schaftes 33 umsetzt.

Der Anstellkörper 31 ist beim Ausführungsbeispiel ein zylindrischer Körper mit zwei jeweils am Umfang verteilt angeordneten Gruppen von in Axialrichtung verlaufenden Einschnitten 34, 35, deren Grund gegenüber der Richtung der Werkzeugachse 36 in verschiedenen Richtungen und ggf. winkeligeneigte Schrägflächen 37, 38 bilden.

In die Einschnitte 34, 35 greifen entsprechend abge- schrägte Anstell-Leisten 39 von Segmenten 40, 41 ein, die in axialer Richtung begrenzt, jedoch in radialer Richtung verschiebbar im Werkzeugkörper geführt sind und durch Federkraft, beispielsweise Schlauchfedern 42, nach innen gegen den Anstellkörper angelegt sind. Diese Art eines Honwerkzeuges mit Doppel-Aufweitung ist im deutschen Patent 24 50 686 und 25 06 242 beschrieben, auf die wegen Einzelheiten Bezug genommen wird.

Insbesondere aus Fig. 2 ist zu erkennen, daß das Segment 40 an seiner im Werkzeugdurchmesser entsprechend zylindermantelförmigen Außenfläche 44 mit Bürsten 45 besetzt ist, die auf beliebige Weise dort dauerhaft, jedoch ggf. auswechselbar befestigt sind. Diese Bürsten sind in ihrem Material, ihrer Beschaffenheit, Dicke und Länge sowie Dichte dem Verwendungszweck, insbesondere dem zu bearbeitenden Material sowie der zu erreichenden Oberflächenbeschaffenheit angepaßt. Sie können beispielsweise aus einem Polyamid bestehen, das ggf. mit Siliziumcarbid beschichtet ist, es kann sich um Stahlbürsten handeln, die ggf. mit einer Bronzelegierung an den Borstenspitzen versehen sind. Die Länge der Borsten kann beispielsweise zwischen 10 und 20 mm, vorzugsweise 15 mm, betragen. Das Segment 40 ist in zahlreichen Reihen oder auch gleichmäßig relativ dicht mit Borsten besetzt, die somit eine gute Führung dieses Segments bei der Bearbeitung sicherstellen. Sie können beliebig, z.B. in Reihen oder Bündeln, angeordnet sein.

Die Segmente 41 sind an ihrer Außenseite mit Hon- belägen 46 versehen. Hier kann es sich um unterschiedliche Beläge handeln, die von einer Diamantschicht bis zu einzelnen keramischen Leisten reichen. Auch groß- flächige keramische Segmente sind einsetzbar. Zur leich- ten Auswechslung können die Honleisten auch auf nicht dargestellten Zwischenträgern angeordnet sein.

Zwischen jeweils zwei Bürsten- und Honsegmenten 40, 41 sind Führungsleisten 47 vorgesehen, die über die axiale Länge der Segmente reichen, jedoch wesentlich schmaler sind als diese und nicht nachstellbar sind. Sie sind aus verschleißfestem Werkstoff gefertigt und dienen insbesondere zur Führung des Honwerkzeuges während des Ein- und Ausfahrens sowie während der Benutzung der Bürsten.

Die anhand der Fig. 1 bis 3 dargestellte Vorrichtung arbeitet nach folgenden Verfahren:

Das Werkzeug wird mit eingefahrenen Honsegmen- ten in die Werkstückbohrung 26 eingefahren. Dazu wird die Anstellstange 20 über die Anstellvorrichtung 19 in eine Mittelstellung gebracht, so daß beide Gruppen von Segmenten 40, 41 in einer mittleren Stellung stehen, in der der dann wirksame Durchmesser kleiner ist als der der Werkstückbohrung 26. Nach dem Einfahren in die Bohrung und ggf. einem Meßhub, falls das Werkzeug mit einer integrierten Meßeinrichtung ausgerüstet ist, wird durch Abwärtsbewegung des Anstellkörpers 31 über die Anstellstange 20 und die Anstellvorrichtung 19 die beim Ausführungsbeispiel aus zwei Segmenten be- stehende Gruppe von Honsegmenten 41 radial nach au- ßen bewegt. Die beiden großflächigen Segmente, die nahezu ein Viertel (mehr als ein Achtel und vorzugswei- se mehr als ein Fünftel) des Umfanges des Honwerkzeu- ges einnehmen, werden an die Bohrungswandwan- gedrückt und führen dort in mehreren Auf- und Abhöben bei Drehung des Werkzeuges die übliche Honbearbei- tung aus. Die Anstellung erfolgt also durch Zusammen- wirken der Schrägflächen 38 an dem Anstellkörper 31 mit den entsprechenden Schrägflächen an den zu den

Segmenten 41 gehörenden Anstell-Leisten 39.

Wenn die Honbearbeitung beendet oder unterbrochen werden soll, so wird die Anstellstange 20 über ihre Mittellage nach oben bewegt, wodurch die Honsegmente 41 eingezogen und die entsprechenden Bürstensegmente, die im Ausführungsbeispiel entsprechende Umgestaltung. Diese Anstellung erfolgt soweit, daß die Bürsten 45 auf der Außenfläche 44 der Bürstensegmente 40 in Arbeitsengriff mit der zu bearbeitenden Bohrungsfläche 26 kommen. Es hängt von der jeweiligen Werkstück- und Bürstenart ab, wie weit die Anstellung wird. Dieses optimale Ergebnis sollte allerdings möglichst eingehalten werden, so daß die Einstellrichtung 19 dazu vorgesehen sein sollte, in Abhängigkeit von der kontinuierlich oder schrittweise erwerbs Arbeitsgänge werden. Dies ist vorteilhaft mit der Erfindung möglich, während des Bürstens eines Werkstücks eine fortlaufende Anstellung vorzunehmen, wie dies bei den Honsegmenten der Fall ist. Dies könnte zwar, z.B. um die Bürstenausschwenken, in positiver oder negativer Richtung vorgesehen sein, ist aber bei den meisten Werkstücken und Bürstenarten nicht notwendig.

Während der Bürstenbearbeitung wird das Honwerkzeug durch die Führungsleisten 47 geführt. Normalerweise an der Bohrungsinnenwand das Honwerkzeug recht gut, bei erhöhten Drehgeschwindigkeiten könnte jedoch eine Auslenkung vorkommen, die von Führungsleisten aufgenommen wird, ehe es zu einem Anlaufen der Segmentaußenfläche 44 an der Bohrungsinnenwand oder zu einer Schädigung der Bürsten durch Abknicken oder dgl. kommt.

Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel wird bei der Bürstenbearbeitung die Axialgeschwindigkeit beibehalten, die das Werkzeug auch bei der Honbearbeitung hatte. Die Umfangsgeschwindigkeit des Werkzeugs wird allerdings wesentlich erhöht, und zwar von dem beim Honen üblichen Wert auf 100 und vorzugsweise sogar über 250 m/min. Vorzugsweise wird über das Steuergerät die Umschaltung auf die höhere Geschwindigkeit gleichzeitig mit der Anstellung der Bürsten, d.h. der entsprechenden Betätigung der Einstellrichtung 19, vorgenommen, und zwar abhängig von einem voreingestellten Zeit- oder Maßwert. Wenn es sich bei der Bürstenbearbeitung um eine Bearbeitungsstufe an Ende der Honbearbeitung handelt, dann werden anschließend an die z.B. in ihrer Länge zeitgesteuerte Bürstenbearbeitung die Bürstensegmente wieder eingefahren (Mittelstellung des Anstellkörpers 31) und das Honwerkzeug aus der Bohrung ausgefahren.

Es ist jedoch vorteilhaft möglich, die Bürstenbearbeitung auch zwischen einzelnen Honabschnitten zwischenzuschalten. Dies kann zu einer Verbesserung der gehobenen Fläche gleichmäßig sein. In diesem Falle würde das Werkzeug bei gleichzeitiger Herabsetzung der Umfangsgeschwindigkeit auf den beim Honen üblichen Wert wieder die Honsegmentgruppe 41 ausgefahren werden.

Die großflächigen Segmente sind insbesondere bei der Verwendung als Bürstensegmente sehr vorteilhaft, da sie eine gute Führung der Bürsten ohne Schwingungsanregung und dementsprechend eine ungestörte Bürstenbearbeitung ermöglichen. Es wäre jedoch auch möglich, einzelne schmalere Leisten mit Bürsten zu be-

legen. Auch eine Mischung oder Aufeinanderfolge von Bürsten unterschiedlicher Eigenschaften ist möglich. Es ist ferner vorteilhaft möglich, die unterschiedlichen Zerstellsysteme zu benutzen. Bei üblichen Honwerkzeugen ist ein Zerstellsystem für die Honleisten meist nötig. Eine Anstellung für die Bürsten ist zur Abnutzungskompensation vorteilhaft, könnte jedoch bei entsprechender hoher Standfestigkeit der Bürsten auch entfallen. In diesem Falle könnten die Bürsten auf dem Werkzeugkörper selbst oder fest daran angebrachten Schalen ggf. auswechselbar vorgesehen sein. In diesem Falle wären allerdings die Bürsten auch während des Honens im Eingriff, was bei gewissen Anwendungen möglich ist und auch vorteilhaft sein kann. Eine vereinfachte Aus- und wieder anstellbar machen, ohne aber eine maschinelle Nachstellung vorzusehen. In diesem Falle könnte auf eine Abnutzungskompensation entweder ganz verzichtet oder diese durch Handanstellung am Honwerkzeug am Ende einer bestimmten Zahl von Werkstücken vorgenommen werden. Als Anstellsystem für die Hon- und/oder Bürstenbeilege können auch andere Prinzipien verwendet werden, beispielsweise mit Doppelkegel oder mit drehbaren Nocken-Anstellkörpern arbeitende Systeme (z.B. DE-PS 25 06 743). Auch pers. aufbauend ist das Werkzeug nach der Erfindung vorteilhaft einzuweisen. In diesem Falle könnten die Bürstensegmente nach Art von Zylindersegmenten schalen ausgebildet sein.

Fig. 4 zeigt eine Abwicklung der bearbeiteten Werkstückfläche 26, auf der schematisch die Honbearbeitungsspuren 48 und die Bürstenbearbeitungsspuren 49 angedeutet sind. Es ist zu erkennen, daß bei der beschriebenen Bearbeitungsweise die Honbearbeitungsspuren 48 sich unter einem größeren Winkel α kreuzen, ($\alpha = 2 \times$ Artg (Vekt: Vektang)) schneiden als die Leistungsrichtungen 49 der Bürsten, die sich unter dem Winkel β schneiden. Während die von Honen stammenden Bearbeitungsspuren wegen der besseren Ölhaltung sogar erwünscht sind, zeigt das Bürsten normalerweise keine erkennbaren Bearbeitungsspuren. Es ist aber wichtig, daß Winkel α und β unterschiedlich sind, damit die Bürsten die beim Honen entstandenen Mikrograte überfahren und abrunden können.

Es wäre auch umgekehrt möglich, den Winkel β durch eine höhere Axialgeschwindigkeit während des Bürstens größer zu machen als den Winkel α . Jedoch ist dies wegen der dabei auftretenden höheren Massenkraft für die Maschine und das Werkzeug weniger günstig. Es könnte sich lediglich bei Graten anbieten, die in erster Linie an Kanten von Ausschnitten 27 oder anderen Stellen der bearbeiteten Fläche bilden. Diese werden in jedem Falle bei der Bürstenbearbeitung engratet.

Bei der Bürstenbearbeitung können die üblichen Schneid- und Honflüssigkeiten eingesetzt werden wie beim Honen. Auch deswegen ist die Integrierung der Zusammenfassung der beiden Werkzeuge und die Zuwendung auf einer Maschine von großem Vorteil.

Das in den Fig. 1 bis 3 dargestellte Werkzeug war fest an der Honspindel angebracht. Wenn das Honwerkzeug zum Ausgleich von Fluchtungsfehlern geknackig an der Honstange angeordnet ist, so kann es zweckmäßig sein, eine Zwischenführung einzuschalten. Diese könnte beispielsweise aus einem Zwischenlager bestehen, das am Spindelführung bzw. eines Adapters angreift und bei der Bürstenbearbeitung zugeschaltet wird, um dann das

Werkzeug weitgehend seitlich unbeweglich zu führen. Es könnte auch eine mitlaufende Schiebehülse vorgesehen sein, die das Gelenk in der Honwerkzeugführung zum Bürsten blockiert.

Fig. 5 stellt ein Werkzeug dar, das unter dem Warenzeichen "Precidor" von der Fa. NAGEL, Maschinen- und Werkzeugfabrik, 7440 Nürtingen, vertrieben wird. Dieses Werkzeug ist dazu bestimmt, mit einer Festeinstellung im wesentlichen den gesamten Werkstoffabtrag in einem axialen Hub vorzunehmen. Dazu weist es folgende Merkmale auf:

An einem rohrförmigen Werkzeugkörper 50 sind, beginnend mit dem freien Ende 51, folgende Abschnitte vorgesehen: eine zylindrische oder sehr leicht konische Führungszone 52, eine konische Schneidzone 53 und eine im wesentlichen zylindrische Kalibrierzone 54, auf die eine hintere Führungs- oder Übergangszone 55 folgt. Zumindest die Schneid- und Kalibrierzone 53, 54 sind mit einem vorzugsweise Diamant enthaltenden Honbelag versehen. Diese Zonen schließen stufenlos und im wesentlichen stetig aneinander an und sind in ihrem Durchmesser so bemessen, daß die Führungszone einen nur geringfügig geringeren Außendurchmesser hat als der Durchmesser der vorbearbeiteten Bohrung, während die Kalibrierzone den Fertigdurchmesser der Bohrung bestimmt. Im Bereich der Schneidzone wird der Werkstoff im wesentlichen abgetragen, wozu das Werkzeug mit einer geringeren Hubgeschwindigkeit bewegt wird als beim normalen Honen, während die Umfangsgeschwindigkeit im Bereich der beim Honen üblichen Werte liegt. Die einzelnen Zonen sind dementsprechend in ihren Durchmessern nur um hundertstel oder zehntel Millimeter unterschiedlich, während die Fig. 5 zur Deutlichkeit der Darstellung diese Werte weit überhöht wiedergibt.

Auf dem die hintere Führungs- und Übergangszone 55 anschließenden Abschnitt 56 und auch schon im Führungs- und Übergangsbereich 55 sind bei dem Werkzeug Bürsten angeordnet, die direkt in den Werkzeugkörper eingesetzt sein können. Dieser Abschnitt ist relativ lang. Er kann im Bereich eines von der Schneidzone aufwärts reichenden Schlitzes 57 liegen, der den rohrförmigen Werkzeugkörper radial elastisch macht und durch einen inneren, strichliert angedeuteten kegelförmigen Aufweitkörper eine Voranstellung des Werkzeuges auf den Bearbeitungsdurchmesser vor dem Beginn der Bearbeitung ermöglicht. Üblicherweise ist eine Einstellung bzw. Nachstellung erst nach vielen Bearbeitungsvorgängen notwendig.

Das Werkzeug arbeitet derart, daß es in der im deutschen Patent 24 60 997 beschriebenen Weise in einem Hauptbearbeitungsang durch die Werkstückbohrung hindurch gefahren wird und dabei den durch die Kalibrierzone 54 bestimmten Bohrungsenddurchmesser erzeugt. Danach kommen die Bürsten in Eingriff. Wenn die Kalibrierzone 54 ganz nach unten aus dem Werkstück herausgefahren ist, kann die Drehgeschwindigkeit des Werkzeuges erhöht werden, um auf die beim Bürsten zweckmäßige höhere Geschwindigkeit, die zwischen dem 3- und 20-fachen (vorteilhaft 10-fach) der beim Honen üblichen Umfangsgeschwindigkeit liegt, zu kommen. Es können auch Axialhübe vorgesehen sein, die den Bürstenabschnitt 56 in der Bohrung hin- und herfahren, bevor, ggf. unter erneuter Herabsetzung der Umfangsgeschwindigkeit, die Kalibrierzone 54 wieder durch die Werkstückbohrung hindurchgefahren wird. Die Bürstenbearbeitung kann auch erst dann erfolgen,

nachdem die Kalibrierzone einige aufeinander folgende Egalisierungshübe durchgeführt hat und dementsprechend praktisch kein Werkstoffabtrag mehr erfolgt.

Es kann auch vorgesehen sein, für den Bürstenabschnitt eine unabhängige Nachstell- bzw. Anstellvorrichtung vorzusehen, wenn die Bürsten eine von den Honbelägen unterschiedliche Abnutzungsgeschwindigkeit haben.

Auch in diesem Falle ist das Bürsten direkt ins Honearbeiten integriert, und die beiden Bearbeitungsvorgänge finden nacheinander, jedoch in der gleichen Werkstückaufspannung und in der gleichen Maschine statt. Durch entsprechende Anpassung der Umfangs- und Axialgeschwindigkeiten kann auch hier ein unterschiedlicher Kreuzungswinkel vorgesehen werden, wobei hier zweckmäßigerweise der Winkel β der Bürstenlaufrichtungen größer gewählt wird, weil der Winkel α der Honbearbeitungsspuren relativ klein ist.

Patentsprüche

1. Vorrichtung zur Honbearbeitung von Werkstücken (24) mit einem Werkzeug (15), dadurch gekennzeichnet, daß das Werkzeug (15) außer Honbelägen (46, 53, 55) auf das Werkstück (24) einwirkende Bürsten (45, 56) aufweist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Honbeläge (46, 53, 54) und/oder Bürsten (45, 56) gegen das Werkstück (24) anstellbar sind.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Bürsten (45) wechselseitig mit den Honbelägen (46) anstellbar sind.
4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Bürsten (45, 56) eine zur Abnutzungs-Kompensation veränderbare Anstellrichtung aufweisen.
5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Bürsten (45) auf anstellbaren Segmenten (40) angeordnet sind.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß jedes Segment (40) mehr als ein Achs- vorzugsweise ca. ein Fünftel des Umfanges umfaßt.
7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Bürstensegmente (40) im Wechsel mit Honbelägen (46), die vorzugsweise auch auf anstellbaren Segmenten (41) angebracht sind, über den Umfang verteilt angeordnet sind.
8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Führungsleisten (47) vorgesehen sind, die vorzugsweise in Umfangsrichtung zwischen den Bürsten (45) und den Honbelägen (46) vorgesehen sind.
9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkzeug eine Aufweiteneinrichtung (31, 34, 35, 37, 38) aufweist, die bei Betätigung in unterschiedlichen Richtungen die Honbeläge (46) oder die Bürsten (45) anstellt.
10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkzeug (15) an dem Antrieb (17) mittels eines federnd nachgiebigen, jedoch torionssteifen Zwischengliedes (29) geführt ist.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer gelenkigen Anordnung

- des Werkzeuges (15) am Antrieb (17) ein Zusatzführungsmitglied vorgesehen ist, das beim Bürsten an dem Werkzeug (15) bzw. der Spindel (14) angreift und diese in wesentlichen in seitlichen Richtungen unbeweglich führt.
12. Vorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, gekennzeichnet durch einen Antrieb (17) für eine Honspindel (14), an der ein mit wechselweise mit einem Werkstück (24) in Eingriff bringbarer Honbelägen (46) und Bürsten (45) versehenes Werkzeug anbringbar ist, wobei der Antrieb (17) bei Eingriff der Bürsten auf eine höhere Umfangsgeschwindigkeit bringbar ist, als beim Eingriff der Honbeläge.
13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Axial-Hubgeschwindigkeit beim Eingriff der Bürsten im wesentlichen gleich der beim Eingriff der Honbeläge benutzten Hubgeschwindigkeit verbleibt.
14. Vorrichtung nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß bei Anstellung der Bürsten die Drehgeschwindigkeit des Antriebes (17) auf einen Wert umschaltbar ist, der eine Umfangsgeschwindigkeit von über 100 m/Min., vorzugsweise über 250 m/Min. beträgt.
15. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Antriebsumschalteinrichtung (21), die den Antrieb im wesentlichen gleichzeitig mit dem Eingriffbringen der Bürsten auf eine höhere Drehzahl umschaltet.
16. Verfahren zur Bearbeitung von Werkstücken durch Honen und Bürsten, dadurch gekennzeichnet, daß die Hon- und Bürstenbearbeitung unmittelbar aufeinanderfolgend in einer Werkzeugaufspannung erfolgt.
17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkstück (24) abwechselnd durch Honen und durch Bürsten bearbeitet wird.
18. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Bearbeitung beim Bürsten mit einer um das mehr als Dreifache höheren Umfangsgeschwindigkeit erfolgt als beim Honen.
19. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß der Überschneidungswinkel der Bearbeitungsspuren beim Bürsten (b) wesentlich von dem beim Honen (a) abweicht und vorzugsweise wesentlich kleiner ist als dieser.
20. Werkstück, das nach dem Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 19 bearbeitet ist.
21. Werkstück nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß es eine Fläche enthält, die durch vorzugsweise abwechselnd aufeinanderfolgendes Honen und Bürsten bearbeitet ist.
22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Bürsten vollständig oder im wesentlichen vollständig von einem Stützmaterial oder dgl. umgeben sind.
23. Vorrichtung nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß das Stützmaterial ausgehärtet ist.
24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15 und 22, 23, dadurch gekennzeichnet, daß die Bürsten in ein flüssiges, aushärtendes Material, insbesondere einen Kunstharz oder dgl., eingetaucht sind.

- Leerseite -

3735266

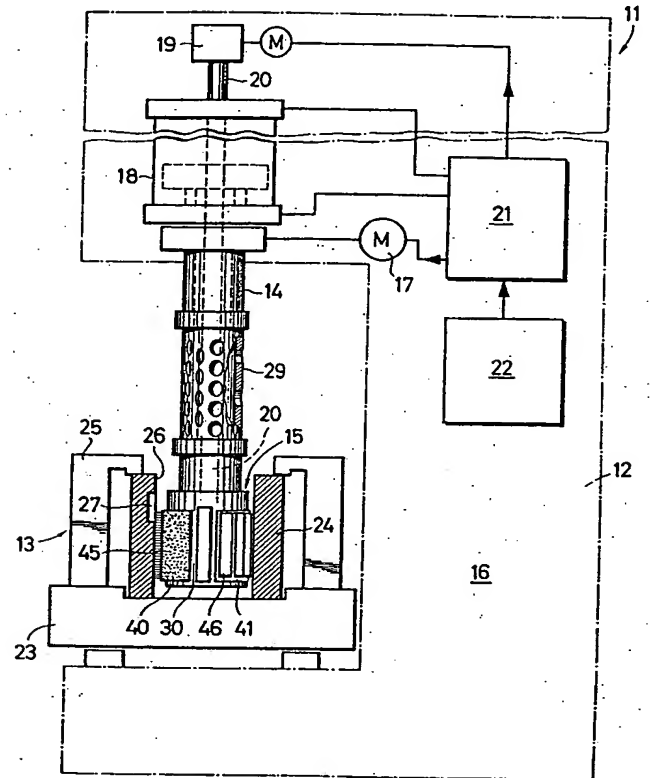


FIG. 1

3735266

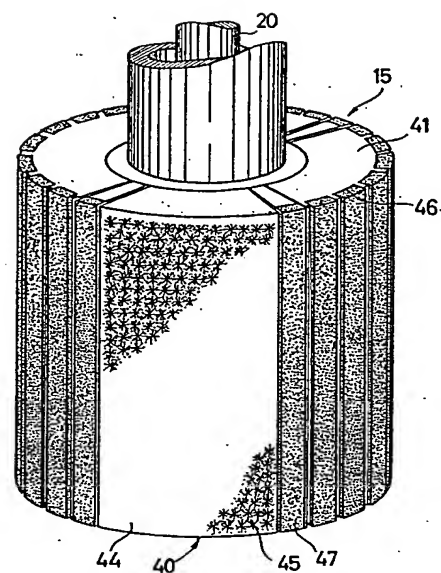


FIG. 2

3735266

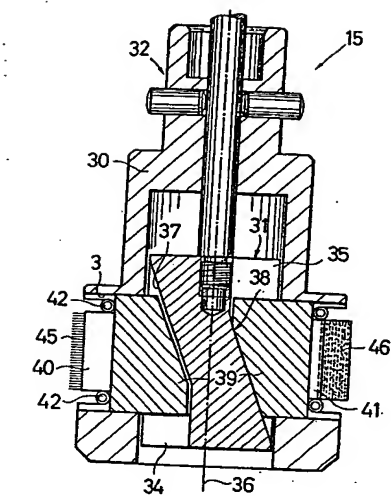


FIG. 3

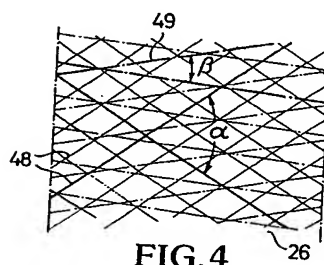


FIG. 4

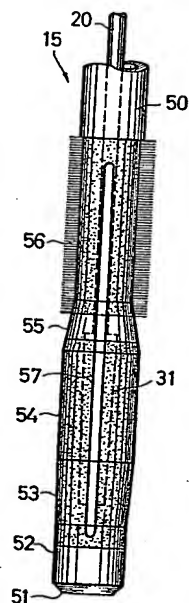


FIG. 5